

Таким образом, применение крупнопористого керамзитобетона на основе ВКС актуально в условиях современной строительной индустрии. Наиболее интересно производство на основе этого материала мелкоштучных стеновых изделий, марок по прочности: 50; 35; 25, при содержании ВКС 340, 280, 230 кг/м<sup>3</sup> соответственно, которые можно использовать для заполнения наружных ограждений зданий каркасного типа, а также для возведения коттеджного жилья.

1.Виноградов Б. Н. Влияние заполнителей на свойства бетона. – М. : Стройиздат, 1979. – 224 с.

2.Дворкін Л.Й., Дворкін О.Л. Основи бетонознавства. – К.: Основа, 2007.- 616 с.

3.Рапина Т.В. Определение оптимального режима измельчения кварцевого песка при создании нанотехнологического подхода производства высококонцентрированной кварцевой суспензии // Материалы к 47-му международному семинару по моделированию и оптимизации композитов – МОК'47. – Одесса: Астропринт, 2008. – С.88.

4.Золотов М.С., Рапина Т.В. Размерный фактор наночастиц твердой фазы высококонцентрированной кварцевой суспензии. // Науковий вісник будівництва. Вип.45. – Харків: ХДТУБА ХОТВ АБУ, 2008. – С.119-124.

5.Золотов М.С., Рапина Т.В. Влияние концентрации наночастиц на физико-механические свойства ВКС-отливок // Ресурсоекономі матеріали, конструкції, будівлі та споруди: 36. наук. праць. Вип.16. Ч.1. – Рівне, 2008. – С.64-69.

*Получено 19.02.2009*

## КОММУНАЛЬНОЕ ХОЗЯЙСТВО

УДК 504.4.054

О.А.ПРОСКУРНИН, канд. техн. наук

*УкрНИИЭП, г.Харьков*

### **ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧИ НОРМИРОВАНИЯ СБРОСА СТОЧНЫХ ВОД В ВОДНЫЕ ОБЪЕКТЫ**

Анализируется методическая база прогнозирования состояния водного объекта при нормировании сбросов сточных вод на примере водотока. Показано, что проблемы экологического прогнозирования носят общий характер и вызваны сложностью экосистем. Приводятся демонстрационные примеры расчетов.

Согласно Закону Украины "Об охране окружающей природной среды" [1], с целью обеспечения экологической безопасности водных объектов (ВО) для предприятий-водопользователей разрабатываются и

утверждаются предельно допустимые сбросы (ПДС) загрязняющих веществ, поступающих в ВО со сточными водами. Одна из подзадач разработки ПДС – это прогнозирование качества воды ВО при заданной антропогенной нагрузке. Проблемой методического обеспечения таких расчетов, заложенного в «Инструкции по разработке ПДС ...» [2], является игнорирование специфики экологического прогнозирования, вызванного сложностью объектов прогнозирования – экосистем.

В настоящей работе выполнен анализ методической базы прогнозирования состояния ВО при разработке ПДС с точки зрения общих проблем экологического прогнозирования.

Экосистемы – это один из наиболее сложных подклассов больших систем. Данное обстоятельство определяет ряд общих проблем, свойственных экологическому прогнозированию [3], некоторые из которых имеют непосредственное отношение к нормированию сбросов сточных вод.

1. *Множественность моделей:* для изучения одних и тех же аспектов экосистемы могут использоваться различные математические модели, имеющие равные права на существование, но приводящие к различным результатам. Подтверждением этого могут служить описанные в [4, с.250-252] расчеты максимальной концентрации загрязняющего вещества в воде реки вдоль расчетного створа методами Таллиннского политехнического института (ТПИ) [4, с.90] и Фролова-Родзиллера (ВОДГЕО) [4, с.97] при одинаковых исходных данных (таблица).

Исходные данные для расчета качества воды

Параметр	Обозначение	Размерность	Значение
Расход воды реки выше выпуска сточных вод	$Q$	$\text{м}^3/\text{с}$	611
Расход сточных вод	$q$	$\text{м}^3/\text{с}$	3
Средняя глубина реки	$H$	м	2,5
Скорость течения речной воды	$v$	м/с	1,43
Коэффициент Шези	$C$	$\text{м}^{1/2}/\text{с}$	27
Концентрация вещества в сточной воде	$C_{cm}$	$\text{мг}/\text{дм}^3$	1080
Фоновая концентрация вещества в ВО	$C_{\phi}$	$\text{мг}/\text{дм}^3$	0
Коэффициент извилистости русла	$\phi$	–	1,1
Расстояние до расчетного створа	$L$	м	600

Результат расчета методом ТПИ (используемая в методе модель – аналитическое решение уравнения турбулентной диффузии для простейшего случая) –  $50,9 \text{ мг}/\text{дм}^3$ . А результат расчета методом ВОДГЕО, в основе которого лежат полуэмпирические зависимости,

отличается более чем в два раза – 119 мг/дм<sup>3</sup>. Нами был также выполнен расчет по тем же исходным данным методом Караушева [4, с.75-79], основанным на численном решении уравнения турбулентной диффузии. Результат расчета – 376,31 мг/дм<sup>3</sup>.

Действующая методика разработки ПДС частично устраняет неопределенность при выборе метода расчета. Согласно «Инструкции...» [2, с.39], в том случае, если выполняется условие

$$0,0025 \leq q/Q \leq 0,1, \quad (1)$$

расчет качества воды необходимо проводить исключительно методом ВОДГЕО. Однако, такая однозначность, во-первых, имеет место лишь при определенных соотношениях  $q/Q$ , во-вторых, носит формальный характер и не имеет строгой научной основы.

2. *Принципиальная невозможность измерения ряда параметров с высокой точностью.* Особенно указанная проблема актуальна при использовании в расчетах параметров, существенно влияющих на конечный результат. Примером такого параметра может служить коэффициент шероховатости ложа русла, численно характеризующий сопротивление, оказываемое руслом протекающему в нем потоку. Определение данного параметра проводится по таблице Срибного [5], в которой приводятся приблизительные значения коэффициента в зависимости от типа водотока. При расчетах кратности разбавления методом ВОДГЕО – базовым методом «Инструкции...» – коэффициент шероховатости используется для расчета коэффициента турбулентной диффузии [2, с.38]

$$D = g \times v \times h / (37 \times n_{ш} \times C^2), \quad (2)$$

где  $n_{ш}$  – коэффициент шероховатости;  $g$  – ускорение свободного падения,

а также коэффициента Шези

$$C = \begin{cases} R^y / n_{ш}, & R \leq 5 \text{ м}, \\ 1/n_{ш} + (21 - 100 \times n_{ш}) \cdot \lg(R), & R > 5 \text{ м}, \end{cases} \quad (3)$$

где  $R \approx h$  – гидравлический радиус;

$$y = 2,5\sqrt{n_{ш}} - 0,13 - 0,75\sqrt{R}(\sqrt{n_{ш}} - 0,1).$$

Как видно из вида формул (2) и (3), расчетное значение  $D$  существенно зависит от величины  $n_{ш}$ . А поскольку коэффициент турбулентной диффузии определяет интенсивность процесса перемешивания сточной и речной воды, значение коэффициента шероховатости существенно влияет и на конечный результат расчета.

На рис.1 приведен график изменения расчетной величины концентрации вещества в максимально загрязненной части потока от коэффициента шероховатости при следующих исходных данных:  $Q = 17$ ;  $q = 0,0625$ ;  $H = 0,5$ ;  $v = 0,5$ ;  $C_{ст} = 100$ ;  $C_{\phi} = 0$ ;  $\varphi = 1,2$ ;  $L = 500$ .

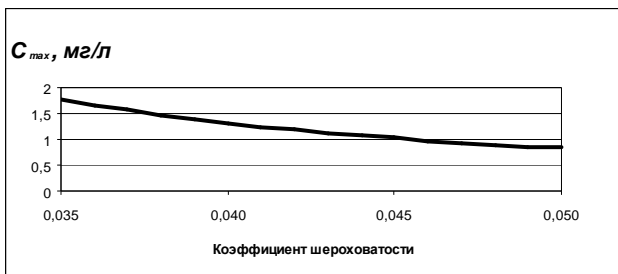


Рис.1 – Расчетная зависимость максимальной концентрации вещества в ВО от коэффициента шероховатости ложка русла

Как видно из графика (рис.1), изменение величины  $n_{ш}$  в диапазоне  $0,035 \div 0,05$  приводит к уменьшению расчетной концентрации более чем в два раза (с 1,76 до 0,83 мг/дм<sup>3</sup>). Поскольку, в силу естественной неоднородности речного дна и согласно таблице Срибного, указанный диапазон значений  $n_{ш}$  можно рассматривать как невыходящий за рамки погрешности для рек средней величины, то данный пример демонстрирует низкую устойчивость метода при варьировании фактически условной величины  $n_{ш}$ .

3. *Неполнота знаний о механизме функционирования экосистем.* Данная проблема находит отражение, в частности, в условии применения метода ВОДГЕО. Неравенство (1) включает в себя лишь отношение  $q / Q$ , но при этом не учитываются непосредственно величина  $q$  и расстояние до расчетного створа  $L$ . Упрощенное условие применения метода приводит к тому, что для малых и средних рек зависимость коэффициента смешения  $G$  (части воды реки, смешавшейся со сточной водой) от  $q$  не носит монотонно возрастающий характер. На рис.2 приведен график расчета такой зависимости при следующих исходных данных:  $Q = 17$ ;  $q = 0,0025Q \div 0,1Q$ ;  $H = 0,5$ ;  $v = 0,5$ ;  $\varphi = 1,2$ ;  $L = 500$ . (Ось абсцисс представлена в виде  $q / Q$  с целью подчеркнуть допустимость применения метода ВОДГЕО.)

Как видно из графика (рис.2), при малых  $q$  функция  $G(q)$  убывает. Это означает, что увеличение количества сточной воды якобы приводит к уменьшению количества речной воды, которая перемешивается со сточной. Однако, это очевидно противоречит физике рассматри-

ваемого процесса.

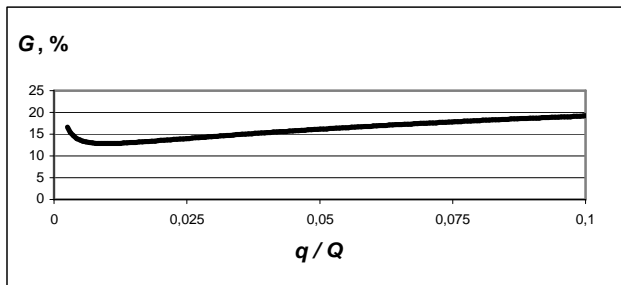


Рис.2 – Расчетная зависимость коэффициента смешения от расхода сточной воды

4. *Малочисленность и значительная погрешность измерений многих параметров.* Как ранее в СССР, так и в современной Украине регулярный анализ проб речной воды проводится в объемах, недостаточных для высокоточной оценки параметров, используемых в расчетах моделей. Относительно регулярные анализы (максимум ежемесячно) делаются лишь на отдельных реках [6] (исключение составляют случаи возникновения аварийных ситуаций). Для сравнения, в США анализ воды реки Канзас проводится ежесуточно [7]. Кроме того, в силу организационных причин, существенную погрешность при анализе состава воды может внести большой временной интервал между отбором проб и их обработкой. Также следует отметить, что результаты анализов, как правило, не общедоступны и являются предметом коммерческой деятельности.

Таким образом, можно сделать вывод, что высокие стандарты точности при прогнозировании состояния ВО в общем случае являются недостижимыми. Невозможность получения точных прогнозов входит в противоречие с действующим принципом установления ПДС, который предполагает в качестве искомого допустимого состава сточной воды принимать такой, который, согласно рассчитанному прогнозу, обеспечивал бы требуемое качество воды в ВО (т.е. решается задача, обратная задаче прогнозирования). Фундаментальная причина указанного противоречия заключается в том, что в действующей методике не учтены общие проблемы экологического прогнозирования, вызванные сложностью исследуемых объектов.

При дальнейшем совершенствовании методической базы нормирования водоотведения сточных вод в ВО необходимо:

- провести исследования известных методов расчета качества воды на предмет выработки рекомендаций по оптимальному выбору

метода в зависимости от расчетных условий; при этом должны учитываться как адекватность используемых математических моделей, так и полнота, достоверность исходной информации;

- учитывать принципиальную невозможность расчета прогнозов состояния ВО с точностью, сопоставимой с точностью химических анализов.

1. Про охорону навколишнього природного середовища: Закон УРСР від 25.08.91р.

2. Інструкція про порядок розробки та затвердження гранично-допустимих скидів (ГДС) речовин у водні об'єкти із зворотними водами: Затв. Мінприроди України 15.12.94. – Харків: УкрНЦОВ, 1994. – 79 с.

3. Дружинин Н.И., Шишкин А.И. Математическое моделирование и прогнозирование загрязнения поверхностных вод суши. – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 392 с.

4. Методические основы оценки и регламентирования антропогенного влияния на качество поверхностных вод / Под ред. А.В. Караушева. – Л.: Гидрометеиздат, 1987. – 285 с.

5. Михайлов В.Н., Добровольский А.Д., Добровольская С.А. Гидрология. – М.: Высш. шк., 2008. – 420 с.

6. Экологическое состояние трансграничных участков рек бассейна Днестра на территории Украины / Под. ред. А.Г. Васенко, С.А. Афанасьева – К.: Академперіодика, 2002. – 355 с.

7. USGS Water Data for the Nation / <http://waterdata.usgs.gov/nwis>.

*Получено 27.11.2008*

УДК 502.5 (204)

**А.В. ЗАДНІПРОВСЬКА**

*Харківська національна академія міського господарства*

## **МАЛОВИТРАТНІ ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ ОЗДОРОВЛЕННЯ ДОВКІЛЛЯ**

Аналізується світовий досвід оздоровлення водних ресурсів за допомогою вищої водної рослинності, описано відповідні механізми. Запропоновано класифікацію основних форм фітореMediaції, зокрема для очистки води. Визначено можливості використання методики, що розглядається, зважаючи на тип забруднення та характер природної рослинності.

Щороку значна кількість забруднюючих речовин надходить до довкілля, спричиняючи чимале його забруднення. Національні та міжнародні організації досягли значних успіхів у дослідженнях, спрямованих на зменшення шкідливого впливу на довкілля. Починаючи з 1975 р. науковці всього світу все більше звертають увагу на альтернативні біотехнології для очистки стічних та природних вод завдяки їх економічній та екологічній ефективності, особливо для видалення органічних забруднюючих речовин.

У Радянському Союзі ця методика почала розроблятися на початку 60-х років минулого століття. Очисні споруди, побудовані за цим